

Inductive proximity sensor for detecting metal objects; has signal from detector coil and generator coil input to mixer

Publication number: DE19850749

Publication date: 2000-03-30

Inventor: HISS ECKART (DE)

Applicant: HISS ECKART (DE)

Classification:

- international: **G01V3/10; G01V3/11; G01V3/10; (IPC1-7): G01V3/11; H03K17/95**

- european: **G01V3/10C2B**

Application number: DE19981050749 19981104

Priority number(s): DE19981050749 19981104

Report a data error here

Abstract of DE19850749

The sensor has an axially-aligned coil system in a casing. A first coil is connected to a high frequency generator as a generator coil. Second and third coils are connected in series as a detector coil providing a differential voltage. The signal present at the detector coil and the generator coil is fed to a mixer which is a four quadrant (double balanced) mixer (9) and may be connected to an integrator.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 198 50 749 C 1

51 Int. Cl.⁷:
G 01 V 3/11
H 03 K 17/95

21 Aktenzeichen: 198 50 749.6-52
22 Anmeldetag: 4. 11. 1998
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 3. 2000

DE 198 50 749 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Hiss, Eckart, Dr., 24105 Kiel, DE

72 Erfinder:
gleich Patentinhaber

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	40 31 252 C1
DE	40 23 529 C2
DE	40 21 164 C1
DE	39 34 593 A1
GB	21 37 449 A
WO	98 38 526 A2

54 Sensor

57 Der Sensor spricht auf die Annäherung von Metallen an und hat ein axial ausgerichtetes Spulensystem, das innerhalb eines Gehäuses eingebaut ist. Das Spulensystem besteht aus mindestens drei miteinander elektromagnetisch gekoppelten Spulen, wobei eine Spule als Generatorspule und die beiden anderen Spulen als Detektorspulen geschaltet sind. Die Ausgangsspannungen von Detektor- und Generatorspule sind einem Mischer zugeführt.

DE 198 50 749 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Erfassung metallischer Teile, die sich einem in einem Gehäuse eingebauten Spulensystem von außen annähern und wo das an den Spulenanschlüssen anliegende Signal zur Bestimmung des Abstandes des metallischen Teils von der Gehäusewandung genutzt ist.

Sensoren der Eingangs genannten Art, sind als induktive Näherungsschalter aus unzähligen Anwendungen bekannt. Die grundsätzliche Funktion solcher Sensoren beruht darauf, daß von einem Spulensystem, daß an eine auswertende Elektronik angeschlossen ist ein elektromagnetisches Feld erzeugt wird, wobei die magnetische Komponente dieses elektromagnetischen Feldes wesentlich ist. Werden metallische Teile in dieses Feld eingebracht, so ergibt sich eine Feldstörung, die vermittelt des Spulensystems auf die Auswertelektronik zurückwirkt. Aus dieser Rückwirkung wird durch die Auswertelektronik ein Signal erzeugt, das für nachfolgende Steuerungsvorgänge ausgenutzt wird. Bei induktiven Näherungsschaltern besteht dieses Signal aus einem Schaltvorgang, der dann ausgelöst wird, wenn ein metallisches Teil einen definierten Abstand, den Schaltabstand, zu dem Spulensystem aufweist.

In den Schritten DE 40 23 529 C2, DE 40 21 164 C1 sind Näherungsschalter beschrieben, die als Spulensystem lediglich eine Spule aufweisen, die an einem Oszillator angeschlossen ist. Die Störung des elektromagnetischen Feldes dieser Spule beeinflusst den Schwingzustand des Oszillators in der Weise, daß die Oszillatoramplitude beeinflusst ist.

Der Nachteil solcher Anordnungen besteht darin, daß sowohl der Temperaturgang des Oszillators wie auch der Temperaturgang des Spulensystems den Schaltabstand wesentlich beeinflussen, und daher aufwendig kompensiert werden müssen.

In der DE 40 31 252 A1 ist ein induktiver Näherungsschalter beschrieben, in dem ein Oszillator durch die Beeinflussung eines magnetischen Wechselfeldes über ein Spulensystem beeinflusst ist. Im Gegensatz zur erstgenannten Technik besteht hier das Spulensystem aus drei Einzelspulen, die elektromagnetisch miteinander gekoppelt sind. Der Oszillator ist als Meißeroszillator ausgebildet, wobei die Rückkopplungsspule dieses Oszillators aus zwei in Serie geschalteten Einzelspulen besteht, die einen entgegengesetzten Wicklungssinn aufweisen. Die Schwingung dieses Oszillators setzt gerade dann ein, wenn die Summenspannung der Rückkopplungsspule von der induzierten Spannung des Oszillatorschwingkreises unterstützt wird.

Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß der Oszillator eine sehr steile Anschlag-Kennlinie aufweist und so dimensioniert werden kann, daß er nur auf Wirbelstromrückwirkungen elektrischer leitfähiger Metalle reagiert, die in das elektromagnetische Feld des Spulensystems eingebracht sind. Nachteilig ist bei dieser Lösung, daß von dem Oszillator kein kontinuierliches Signal als Maß für den Schaltabstand abgeleitet werden kann, und daß der Oszillatorschwingkreis für eine gewünschte Frequenz dimensioniert werden muß, was bei insbesondere tiefen Frequenzen um 30 kHz dazu führt, daß mit einer hohen Windungszahl gearbeitet werden muß, um ein geeignetes LC-Verhältnis zu erreichen.

In der DE 39 34 593 A1 ist ein Sicherheitssensor beschrieben, der als induktiver Näherungsschalter ausgebildet ist der ein Spulensystem aufweist, daß aus drei Einzelspulen gebildet ist.

Die Spulen sind miteinander magnetisch gekoppelt, wobei eine Spule an einen Generator angeschlossen ist, während zwei Spulen als Empfangsspulen mit entgegengesetz-

tem Wicklungssinn in Serie geschaltet an einen Operationsverstärker angeschlossen sind. Das Spulensystem ist coaxial aufgebaut in der Weise, daß bei Annäherung eines metallischen Gegenstandes an den stirnseitigen Teil eines Sensorgehäuses die magnetische Kopplung zwischen Generatorfeld und einer Detektorspule beeinflusst ist. Durch diese asymmetrische Beeinflussung des symmetrisch aufgebauten Spulensystems ergibt sich in den Detektorspulen eine Differenzspannung, die elektrisch verstärkt als Maß für den Schaltabstand des betätigenden Metalles auswertbar ist. Der Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß die Wicklungszahl der Generatorspule unabhängig von der gewünschten Frequenz wählbar ist und daß ein analoges Ausgangssignal für die Bestimmung des Schaltabstandes zur Verfügung steht. Nachteilig bei dieser Anordnung ist jedoch, daß bei Anwendung hoher Frequenzen die Amplitudenauswertung allein zu keinem eindeutigen Zusammenhang zwischen Schaltabstand und Ausgangssignal führt.

Aus den Schriften GB 2137449 A und WO 98/38526 A2 ist es bekannt, nach dem Radarprinzip arbeitenden Näherungssensoren zu verwenden, die Mischer zur Signalaufbereitung einsetzen. Bei solchen Systemen müssen jedoch besondere Maßnahmen getroffen werden, um unerwünschte Signalanteile zu unterdrücken.

Aufgabe der Erfindung ist es, ausgehend von einem Sensor-Spulensystem, das mindestens eine generatorbetriebene Generatorspule aufweist, eine Lösung für einen Sensor, insbesondere einen induktiv arbeitenden Näherungsschalter, anzugeben, der auch im höheren Frequenzbereich von 100 bis 500 kHz eine eindeutige Zuordnung des Abstandes eines metallischen Teils zum Sensor-Spulensystem zum elektrischen Ausgangssignal des Sensors gewährleistet.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Von besonderer Bedeutung ist die Anwendung eines Mischers, der das von einem Hochfrequenz-Generator an die Generatorspule abgegebene Signal mit dem von der Detektorspule abgegebenen Signal mischt. Das Spulensystem ist so aufgebaut, daß das in der Generatorspule, die auch als mehrfache Teilspule ausgebildet sein kann, erzeugte Feld eine Empfängerspulenordnung durchflutet. Diese Anordnung ist vorteilhaft so ausgebildet, daß zwei Einzelspulen in Serie geschaltet sind, die von dem Feld der Generatorspule so durchflutet sind, daß die in den Einzelspulen induzierten Spannungen als Spannungsdifferenz der Serienschaltung vorliegen. In einer einfachen Ausbildung sind die Spulen coaxial hintereinander liegend angeordnet, wobei die Generatorspule in der Mitte liegt. Eine kostengünstige Ausbildung der Auswerteschaltung besteht darin, daß der Mischerausgang mit einem Integrator verbunden ist, der die dort anliegende Wechselspannung in ein Gleichspannungssignal überführt. Hochfrequente Einflüsse von störenden Feldern werden auf diese Weise wirksam unterdrückt, weil der Integrator, als Tiefpaß wirkend, hohe Frequenzanteile unterdrückt. Die Spule kann sehr unterschiedlich aufgebaut sein, wobei eine äquivalente Funktion darin besteht, daß die zweite und dritte Spule als Generatorspule und die erste Spule als Detektorspule verwendet ist. Es ist auch möglich eine Spule als Mehrfachspule so auszubilden, daß die Einzelspulen in der konzentrischen Gesamtanordnung bei Stromdurchlauf gleichgerichtete Felder aufweisen. Auf diese Weise ergeben sich Detektor- oder Generatorspulen, die je nach Anwendung und Anordnung des Spulensystems gleich oder entgegengerichtete Magnetfelder aufweisen. Die Wicklungszahlen von zwei in Serie geschalteten Einzelspulen können sowohl gleich wie unterschiedlich sein, wobei die Wicklungen vorzugsweise auf einem ebenen Träger als flache Leiterbahnen aufgebracht sind. Als Träger sind insbe-

sondere Leiterplatten aber auch Folien möglich. Eine günstige Signalauswertung ist dadurch möglich, daß zwei in Serie geschalteten Spulen, insbesondere die Serienschaltung von zwei Detektorspulen, vor dem Zusammenschalten eine von 180° abweichende Phasenlage aufweisen.

Diese Phasenlage wird vorzugsweise dadurch beeinflusst, daß eine der Detektorspulen (2, 3) mit einer galvanisch getrennten Wicklung elektromagnetisch gekoppelt ist, an die ein veränderlicher Widerstand angeschlossen ist. Das Mischer-Ausgangssignal wird vorteilhaft als Maß für den Schaltabstand eines induktiven Näherungsschalters dadurch ausgewertet, daß der Mittelwert der Amplitude des Mischer-Ausgangssignals gebildet wird. In einer besonderen Ausführungsform wird die Phasendifferenz der am Eingang des Mixers anliegenden Spannungen als Maß für den Schaltabstand eines induktiven Näherungsschalters ausgewertet. In diesem Fall wird das Mischer-Ausgangssignal als Kenngröße eines Regelkreises genutzt. In einer anderen Ausbildung ist das erste Mischer-Ausgangssignal einem zweiten Mischer zugeführt, eine Frequenzauswertung des an einem Mischer anliegenden Ausgangssignals wird vorteilhaft dadurch realisiert, daß mit mindestens einem Mischer ein Filter oder ein Bandpaß mit einer Durchlaßfrequenz, die einem ganzzahligen Vielfachen der Generatorfrequenz entspricht, elektrisch verbunden ist. Der besondere Vorteil bei der Anwendung von Mixern für induktive Näherungsschalter besteht insbesondere darin, daß bei der oben angeführten Zwischenfrequenz-Null-Mischung nach Integration des Mischersignals sofort ein auswertbares Gleichspannungssignal für die Bestimmung des Schaltabstandes zur Verfügung steht. Durch die Wahl geeigneter, an den Mischer angeschlossener Spulensysteme, wird eine hohe Temperaturstabilität und damit eine hohe Stabilität des von dem Sensor erfaßten Schaltabstandes gewährleistet. Auf diese Weise ist zudem der Bauelementaufwand und auch der Abgleichaufwand für den Sensor wesentlich reduziert, so daß ein mit einem Mischer versehener Näherungsschalter sehr kostengünstig hergestellt werden kann.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung näher beschrieben.

In Fig. 1 ist der Aufbau eines Sensors gezeigt. Die Generatorspule 1 ist elektromagnetisch mit den Detektorspulen 2, 3 gekoppelt. Die Detektorspulen sind in der Weise in Serie geschaltet, daß die in ihnen von der Generatorspule 1 induzierten Spannungen entgegengesetzte Vorzeichen aufweisen, so daß an dem Anschlußpunkt 5, 6 der Detektorspulen die Differenz der induzierten Spannungen anliegt. Dies wird dadurch realisiert, daß die Spulen 2, 3 einen entgegengesetzten Wicklungssinn aufweisen, in Serie geschaltet sind und von dem Feld der Generatorspule gleichsinnig durchflutet sind. Die Generatorspule ist an dem Anschlußpunkt 4 mit dem Generator 7 verbunden. Die Differenzspannung ist einem Vorverstärker 8 zugeführt. Das Generatorsignal und das vorverstärkte Differenzsignal sind an die Mischeingänge eines Vier-Quadranten-Mischers 9 (Double-Balanced-Mixer) angeschlossen. Die Mischprodukte des Mixers sind einer Auswertelektronik 10 zugeführt. Das den Schaltabstand des betätigenden Metalles 14, hier als Metallblech in der seitlichen Ansicht dargestellt, zum Spulensystem beschreibende Ausgangssignal der Auswertelektronik steht am Ausgang 12 zur Verfügung. Die Auswertelektronik weist einen Integrator und/oder in einer besonderen Ausführungsform ein Bandpaß auf, dessen Durchlaßmittelfrequenz dem Wert der doppelten Generatorfrequenz entspricht. Zur Erhöhung der Störsicherheit kann innerhalb der Auswertelektronik ein zweiter Mischer eingesetzt sein, der einerseits mit dem Ausgangssignal des Generators 7 und andererseits mit dem ersten Mischer 9 verbunden ist.

Fig. 2 zeigt die Spulenanordnung in ihrer seitlichen Ansicht. Die Generatorspule 1 ist zwischen den Detektorspulen 2, 3 angeordnet. Die Detektorspulen 2, 3 sind in Serie geschaltet in der Weise, daß die von der Generatorspule 1 induzierten Spannungen der Einzelspulen gegenphasig sind.

In Fig. 3 ist eine Generatorspule 1 dargestellt, die auf eine Leiterplatte 15 als Leiterbahn aufgebracht ist. Diese Spule kann sowohl spiralförmig, wie auch konzentrisch, mit verbindenden Leiterbahnzügen für die einzelnen Teilkreise ausgebildet sein.

In Fig. 4 ist ein Spulensystem dargestellt, daß aus zwei gleichartig ausgeführten Leiterplatten 15 besteht, wobei auf jeder einzelnen Leiterplatte eine Generatorspule und eine Detektorspule aufgebracht sind. Die Spulen auf den beiden Leiterplatten sind so miteinander verbunden, daß durch Klappen der Leiterplatten in die Ebene hinein oder aus der Ebene heraus bis zur Parallellage die miteinander in Serie geschalteten Spulen einen gleich- oder entgegengesetzten Wicklungssinn erhalten. Der Wicklungssinn kann auch dadurch verändert werden, daß Spulen-Verbindungspunkte miteinander gekreuzt 18 sind. In dieser Anordnung sind die Generatorspulen 1 im Zentrum der Detektorspulen 2, 3 angeordnet. Es ist auch möglich, die Anordnung zu vertauschen, so daß die Detektorspulen zentral angeordnet sind. Die Leiterbahnen können doppelseitig, auf einer Leiterplatte aufgebracht sein.

Fig. 5 zeigt eine auf einer Leiterplatte 15 aufgedruckte Spulenanordnung, die eine Detektorspule 3 und eine Zusatzspule 16, die aus nur einer Windung bestehen kann, aufweist. An die Anschlußpunkte der Spule 16 ist eine Kurzschlußbrücke, vorzugsweise ein veränderlicher Widerstand, geschaltet dessen Wert bis auf Null Ohm reduziert werden kann. Durch diesen Widerstand wird die Gesamtkennlinie des Spulensystems und der Schaltabstand des Näherungsschalters beeinflusst. In den Fig. 2 und 4 ist nicht dargestellt, daß die Zwischenräume zwischen den zueinander parallel verlaufenden Spulen vorzugsweise durch Hartschaumplatten ausgefüllt sind, wodurch sich eine sehr stabile Ausführung der Spulenanordnung ergibt.

Patentansprüche

1. Induktiv arbeitender, auf die Annäherung von Metallteilen ansprechender Sensor, mit einem axial ausgerichteten Spulensystem, das innerhalb eines Gehäuses eingebaut ist, mit mindestens drei miteinander elektromagnetisch oder magnetisch gekoppelten Spulen, wobei die zweite und die dritte Spule als Detektorspule so in Serie geschaltet sind, daß sich die Differenzspannung der in beiden Spulen anliegenden Einzelspannungen ergibt, und mit einer an einen Hochfrequenz-Generator angeschlossenen ersten Spule als Generatorspule, **dadurch gekennzeichnet**, daß das an der Detektorspule und an der Generatorspule anliegende Signal einem Mischer zugeführt ist.
2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Mischer ein Vier-Quadranten-Mischer ist und/oder daß an den Mischer ein Integrator angeschlossen ist.
3. Sensor nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Spule als Detektorspule und die zweite und dritte Spule als Generatorspule geschaltet ist, wobei die Felder der zweiten und dritten Spule zueinander entgegengerichtet sind.
4. Sensor nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Spule zwischen der zweiten und der dritten Spule angeordnet ist.
5. Sensor nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die zweite und dritte Spule dieselben Wicklungszahlen aufweisen und/oder entgegengesetzten Wicklungssinn aufweisen.

6. Sensor nach einem der Ansprüche 1–5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Spule auf einem ebenen Träger, vorzugsweise auf eine Leiterplatte, als flache Leiterbahn aufgebracht ist.

7. Sensor nach einem der Ansprüche 1–6, dadurch gekennzeichnet, daß die von der ersten Spule in der zweiten und dritten Spule induzierten Wechselspannungen bei Nichterfassung metallischer Teile eine von 180° abweichende Phasenlage aufweisen.

8. Sensor nach einem der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, daß die am Ausgang des Mixers anliegende Amplitude, insbesondere ihr Mittelwert, als Maß für den Schaltabstand eines induktiven Näherungsschalters ausgewertet ist.

9. Sensor nach einem der Ansprüche 1–7, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasendifferenz der am Eingang des Mixers anliegenden Spannungen als Maß für den Schaltabstand eines induktiven Näherungsschalters ausgewertet ist.

10. Sensor nach einem der Ansprüche 1–8, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Mischer-Ausgangssignal einem zweiten Mischer zugeführt ist.

11. Sensor nach einem der Ansprüche 1–10, dadurch gekennzeichnet, daß mit mindestens einem Mischer ein Filter und oder ein Bandpaß mit einer Durchlaßmittenfrequenz, die einem ganzzahligen Vielfachen der Generatorfrequenz entspricht, elektrisch verbunden ist.

12. Sensor nach einem der Ansprüche 1–11, dadurch gekennzeichnet, daß das Spulensystem, insbesondere eine der Detektorspulen (2, 3), mit einer galvanisch getrennten Wicklung elektromagnetisch gekoppelt ist, die kurzgeschlossen oder an die ein veränderlicher Widerstand angeschlossen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

